Aus dem Gerichtlich-medizinischen Institut der Universität München
(Vorstand: Obermedizinalrat Professor Dr. H. Merkel)

„Über die traumatischen Aortenrupturen ohne gleichzeitige Wirbelsäulenverletzung bei stumpfen Gewalteinwirkungen auf den menschlichen Körper".

(Unter besonderer Berücksichtigung des Materials am Gerichtlich-medizinischen Institut München von 1930—1940).

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin

verfaßt und einer

Hohen Medizinischen Fakultät der Bayerischen Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Franz Häusler
appr. Arzt

München 1940
Universitäts-Buchdruckerei Dr. C. Wolf & Sohn

Aus dem Gerichtlich-medizinischen Institut der Universität München
(Vorstand: Obermedizinalrat Professor Dr. H. Merkel)

„Über die traumatischen Aortenrupturen ohne gleichzeitige Wirbelsäulenverletzung bei stumpfen Gewalteinwirkungen auf den menschlichen Körper".

(Unter besonderer Berücksichtigung des Materials am Gerichtlich-medizinischen Institut München von 1930—1940).

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin

verfaßt und einer

Hohen Medizinischen Fakultät der Bayerischen Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Franz Häusler
appr. Arzt

München 1940
Universitäts-Buchdruckerei Dr. C. Wolf & Sohn

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

Referent:
Professor Dr. H. Merkel

Tag der mündlichen Prüfung:
18. März 1940

Meinem lieben Vater
in Dankbarkeit gewidmet!

Inhalt

1. Begriff des Traumas in vorliegender Arbeit:
(das direkte, penetrierende, lokal angreifende Trauma —
das indirekte breit wirksame, subkutane, stumpfe Trauma).

2. Wirkung des stumpfen Traumas:
a) ganz allgemein,
b) speziell auf Kopf, Rumpf, Gliedmaßen, besonders Brustkorb,
Organverletzungen innerhalb dess. — die Aortenruptur.

Ausführung:

3. die Aortenruptur in path.-anatomischer Beziehung:
a) inkomplett (Aneurysma dissecans!),
b) komplett,
c) intra-extrapericardial.

4. Lokalisation und Entstehung der Aortenruptur.

Unser Material:

5. Kritische Beurteilung desselben hinsichtlich 4.,

6. Besprechung der Befunde hinsichtlich vorhandener Nebenverletzungen.

Schluß:

Über die Frage der Differentialdiagnose zwischen traumatisch- oder spontan bedingter Aortenruptur bei bereits geschädigter Aortenwand,
Ursachen der Gefäßwandschädigung,
Isthmusstenose.

Zusammenfassung.

Literaturangabe.

Tagtäglich müssen Menschen durch Unfälle mannigfacher Art ihr Leben lassen. Die dabei wirksam werdenden Traumen können verschiedener Art sein, indem sie entweder als direkte, streng lokalisierte penetrierende Traumen (als Hieb-, Stich- und Schußverletzung, hauptsächlich also durch Eindringen von spitzen oder schneidenden Gegenständen, Werkzeugen und Instrumenten) oder mit stumpfer Gewalt, und hier wiederum mit umschriebener oder breiter Angriffsfläche, den Körper treffen und im typischen Fall indirekte, subkutane Verletzungen hervorrufen.

Stumpfe Verletzungen, die allein nach unserer Themastellung in Frage kommen, finden wir besonders bei Sturz aus der Höhe (Absturz von Gebäuden und Gerüsten, sowie Flugzeugen), bei Verschüttung (Einsturz von Gebäuden, sowie Erd- und Kiesmassen), überhaupt bei Einklemmung zwischen zwei festen Körpern (Pufferverletzungen usw.) und besonders beim Überfahrenwerden. Dies ist eine der häufigsten Verletzungen durch stumpfe Gewalt überhaupt. Dabei ist es an sich im Prinzip für die Wirkung gleichgültig, ob der bewegte Körper gegen einen feststehenden Gegenstand anprallt, oder ob sich ein bewegter Gegenstand (Kraftfahrzeug) gegen den stillstehenden Körper bewegt. Der getroffene Körperteil braucht durchaus nicht fixiert zu sein, der Effekt entsteht bereits, wenn eine Masse aus der Ruhelage beschleunigt wird.

Je nach dem Ort der schädigenden Krafteinwirkung und ihrer Angriffsrichtung werden stumpfe Traumen die verschiedensten Wirkungen hervorzubringen imstande sein:

Im einfachsten Fall eine nichtblutende Hautabschürfung bei Verletzung der gefäßlosen Oberhaut. Bei Leichen verdunstet die Gewebsflüssigkeit unter den abgeschilferten Stellen sehr schnell, so daß dort braunrote, pergamentartige Stellen entstehen, die dem Unkundigen bei der Besichtigung schwere Verletzungen vortäuschen können. Derartige Hautabschürfungen können allerdings auch postmortal entstehen beim Transport oder der Bergung der Leiche, was in den meisten Fällen durch die Untersuchung einer etwa vorhandenen Vitalreaktion entschieden werden kann. *Walcher* hat sich dieser Frage gewidmet und als Hauptmomente derselben Entzündung (mit Stase, Leukozytose und Randstellung der Leukozyten) sowie Nekrose angegeben.

Eine andere Folge stumpfer Gewalteinwirkung ist die Quetschung, Kontusion mit Blutaustritt in den tiefen gefäßführenden Schichten der Haut und des darunterliegenden Gewebes.

Es können aber auch Wunden entstehen, deren Beschaffenheit bedingt ist durch die Richtung der einwirkenden Gewalt: gequetschte oder Platzwunden (mit unscharfen, gequetschten Rändern und tiefen unregelmäßigen Gewebsbrücken) bei senkrechtem Auftreffen, Lappen- und Rißwunden bei schrägem Einfall.

Sind die Gewalten schwerer, so kann es ferner zur Zertrümmerung von Haut, Muskulatur und Knochen kommen. Gelegentlich finden wir Zertrümmerungen innerer Organe, ohne daß an den äußeren Umhüllungen des Körpers sich überraschenderweise entsprechende Veränderungen nachweisen lassen. In diesen Fällen stehen die Verletzungen in keinem kontinuierlichen Zusammenhang mit der allfälligen Oberflächenverletzung des Körpers. *Aschoff* hat diese „Fernwirkungen" dadurch erklärt, daß der bewegungsenergetische Einfluß einen Körper trifft, der im Innern strukturell und physikalisch nicht homogen ist (Überschreitung der Elastizitätsgrenze, Kompression in einem geschlossenen Raum, Schleuderwirkung bei stellenweise befestigten Organen). Für die Häufigkeit solcher Rupturen spielen neben der örtlichen Einwirkung auch die besondere Zerreißlichkeit der einzelnen Organe eine wesentliche Rolle. Nach *F. Straßmann* scheint in dieser Beziehung die Leber (zumal die Fettleber) an erster Stelle zu stehen. Ihr folgen Milz, Nieren, Herz, Aorta, Magen-Darmkanal.

Buhtz gibt als weitere Folge stumpfen Traumas noch die Fettembolie an, d. h. die Verschleppung von Fett aus Unterhautfettgewebe oder Knochenmark auf dem Blutweg in die Lungen mit Verlegung der feinsten Haargefäße. Gerade bei tödlichen Verkehrsunfällen, bei denen Zeichen stärkerer innerer Blutung oder auch größere äußere Verletzungen fehlen — natürlich auch bei schweren Verletzungen, die den Tod für sich allein bewirken konnten — muß an eine Fettembolie als konkurrierende Todesursache gedacht werden.

Weitere Folgen stumpfer Verletzung können Luft- und Lungenembolie sein, wobei entweder Luft- oder Blutgerinnsel aus einem verletzten Gefäß in Herz bzw. Lungen verschleppt werden.

Je nachdem stumpfe Gewalten Kopf, Rumpf oder Gliedmaßen betreffen, werden ihre Wirkungen entsprechend verschieden sein: Am Schädel wird es bei Überschreitung der Elastizitätsgrenze des Knochens vor allem zu Brüchen desselben kommen, aus deren Lage und Verlauf man auf die Richtung schließen kann, aus der die

Gewalteinwirkung stattgefunden haben muß, aus der Form derselben lassen sich weitere Schlüsse ziehen auf die Art der Gewalt ob mit umschriebener oder breiter Angriffsfläche. Der Lochbruch wird auf eine Gewalt mit umschriebener Angriffsfläche hinweisen, während Sprungsysteme in zirkulärer oder radiärer Anordnung auf eine breit einwirkende Kraft schließen lassen. Der Terrassenbruch steht zwischen beiden.

Die Folgen für das Gehirn sind mannigfacher Art: Es kommt entweder zu Quetschungen der Großhirnrinde (Stoß-Gegenstoß) oder aber es treten die verschiedenen Formen intrakranieller Blutungen auf, wobei der knöcherne Schädel durchaus nicht immer mitverletzt zu sein braucht. Dabei muß auch an die Möglichkeit traumatischer Entstehung der Pachymeningitis hämorrhagica interna durch traumatisch bedingte Aneurysmen der Blutgefäße gedacht werden *(Walcher, Jungmichel)*.

Bei Einwirkung stumpfer Gewalt auf den Bauch finden wir Organzerreißungen (Leber, Milz, Nieren, Bauchspeicheldrüse) oder Darmrupturen mit nachfolgender Peritonitis, ferner Abreißungen des Darms vom Gekröse mit Blutung in die Bauchhöhle. Magen und Blase bersten besonders in gefülltem Zustand.

An den Extremitäten kann es zur Abreißung ganzer Glieder oder zu einfachen und komplizierten Knochenbrüchen mit oder ohne Weichteil- und Gefäßverletzungen kommen.

Was nun die Einwirkungen stumpfer Gewalt auf den Brustkorb betrifft, so kommen hier hauptsächlich die schon eingangs erwähnten Formen der Überfahrung, Zusammenpressung, Schleuderung usw. in Frage. Dabei ist das einzelne Trauma an sich durchaus nicht einheitlich. So unterscheidet *Buhtz* und in ähnlicher Weise auch *Kolisko* beim Verkehrsunfall: Anprall — Schleuderung — Auftreffen auf der Unterlage — Gleiten auf derselben — Überfahrenwerden durch das Fahrzeug — mit den entsprechenden Verletzungen.

Als Folgen solcher Traumen werden am Brustkorb neben Schockerscheinungen (durch traumatische Reizung der Nervenendigungen des Vagus, der Herzganglien und der sympathischen Ganglien) vor allem Weichteil- und Organverletzungen, sowie Frakturen des Knochenskeletts auftreten. Bei älteren Leuten mit starrem Thorax wird letzteres häufiger der Fall sein, während der jugendliche elastische Brustkorb auch bei großer Gewalteinwirkung keinerlei Frakturen aufzuweisen braucht. *Urbach* bringt eine Zusammenstellung von 835 Unfällen Erwachsener, unter denen er 776 Verletzungen des knöchernen Brustkorbes fand, während er bei 165 Unfällen Jugendlicher nur 58 gleichzeitige Frakturen von Rippen

oder Brustbein fand. *K. Wehner* bringt aus dem Material des hiesigen Institutes von 1910—1927 eine Zusammenstellung von 24 Todesfällen Jugendlicher durch stumpfe Gewalt. Nur 11 davon gingen mit Rippenfrakturen, 13 zugleich mit Brüchen von Clavikula und Skapula einher.

Bei Organverletzungen kann es zu Quetschungen, Ab- und Einreißungen der Lungen kommen, ferner zu Abreißungen des Herzens von seinen Gefäßen oder zu Einreißungen einzelner Teile desselben. Jedoch scheinen Verletzungen gerade des Herzens verhältnismäßig selten zu sein. *Jordan* fand nämlich unter der großen Zahl von ihm untersuchter Todesfälle infolge stumpfer Gewalt in den Jahren von 1910—1934 unter dem Material des hiesigen Institutes nur insgesamt 48 Fälle mit gleichzeitiger Herzläsion.

Von besonderem Interesse sind für uns unter den Organverletzungen, soweit sie durch stumpfe Gewalt verursacht sind, die Aortenrupturen.

Klinisch und auch durch Leichenschau wird diese Art von Verletzungen freilich in den seltensten Fällen diagnostiziert werden können, höchstens aus dem blitzartig einsetzenden Erblassen. Da eine Therapie unmöglich ist, so ist die Diagnose in den meisten Fällen auch gleichgültig. Umso größeres Interesse beansprucht sie in pathologisch-anatomischer und gerichtlich-medizinischer Hinsicht.

Pathologisch-anatomisch treffen wir alle Übergänge vom inkompletten Einriß einzelner Wandschichten — wobei meist die Intima und die inneren zwei Drittel der Media einreißen, während die Adventitia vermöge ihrer erheblich größeren Dehnbarkeit eher standhält — bis zum zirkulären und vollständigen, alle Schichten durchtrennenden Riß. Je nach der Höhe, in der der Riß erfolgt, unterscheiden wir wiederum intra- und extraperikardiale Rupturen.

Den Grund für das Einreißen der Gefäßwandschichten gerade an der Grenze von äußerem und mittlerem Drittel der Media sieht *Plotnikow* in der Tatsache, daß bis hierher die Vasa nutritia in die Gefäßwand eindringen, um dann parallel derselben umzubiegen und weiter zu laufen. An dieser Stelle handelt es sich nach seiner Ansicht um einen Locus minoris resistentiae. Das Blut kann sich dann zwischen die noch erhaltene Adventitia und äußeren Mediaschichten einerseits und die eingerissenen Intima- und inneren Mediaschichten einwühlen und ein intramulales Hämatom oder ein Aneurysma dissecans erzeugen, das oft auf weite Strecken bis hinab zur Teilungsstelle der Aorta im kleinen Becken sich ausdehnen kann. Es kann Stunden, ja Wochen und sogar Monate dauern bis

die Kraft der Widerstand leistenden Adventitia erschöpft ist und der tödliche Durchbruch erfolgt: entweder in den Herzbeutel mit folgender Tamponade oder in den Brustraum bzw. ins retroperitoneale oder mediastinale Gewebe. Die Ausbreitung der Blutergüsse nach Zeit und Raum hängt dabei außer von der Größe und Ausdehnung der Rupturstelle auch von der Beschaffenheit des umgebenden Gewebes ab. So können z. B. Pleuraverwachsungen innerhalb des Brustkorbs eine weitere Ausbreitung eines Hämatoms verhindern. Ergießt sich eine entsprechend große Menge Blutes aus dem verletzten Gefäß, so tritt der Verblutungstod ein.

Aus der Literatur sind uns allerdings höchst seltene Fälle bekannt, wo sogar eine komplette Aortenruptur nicht unmittelbar zum Tode geführt hat. Als Gründe dafür werden angegeben:

1. Thrombotischer Verschluß der Rupturstelle (zwei Fälle von *Woern*, bei denen der Tod erst nach einigen Stunden bzw. Tagen erfolgte).
2. Selbsttamponade im periarteriellen und retroperitonealen Gewebe.
3. Absinken des Blutdrucks infolge Schockwirkung. (Ein Fall von *Beck*, wo eine Frau [51jährig] einen stumpfen Schlag gegen den Leib bekommen hatte. Die Frau wurde dann unter der Diagnose „Nierenstein" in stationäre Behandlung eingewiesen und kam in den nächsten zwei Tagen ad exitum. Es fand sich bei ihr eine Ruptur der Aorta etwa in Höhe der Nierenarterie. Daß trotz der Schwere der Verletzung der Tod durch Verblutung erst nach längerer Zeit erfolgte, erklärt *Bock* unter anderem auch durch den raschen Druckabfall, hervorgerufen durch Schockwirkung und Gefäßlähmung infolge Schädigung des die Aorta abdominalis umgebenden Nervengeflechts.)

In ganz seltenen Fällen — nach *Hart* in ca. 10 % der Fälle — erfolgt der Durchbruch des Aneurysma dissecans zurück in die Blutbahn, was einer Selbstheilung gleichkommt. In diesem Fall bildet die Aorta dann ein doppelläufiges Rohr, das sogar mit Endothel ausgekleidet sein kann.

Nach *Löffler* lassen sich also drei Formen der Aortenruptur unterscheiden:

1. Die unbemerkt verlaufende, klinisch zur Ausheilung kommende.
2. Die sofort tödlich verlaufende.
3. Die zweizeitig verlaufende Ruptur, bei der sich zuerst ein Aneurysma dissecans entwickelt, das dann seinerseits rupturieren kann.

Ausgehend von dem Gedanken, daß eine Aortenruptur bei gleichzeitigem Wirbelsäulenbruch infolge der Fixierung der Aorta, besonders in ihrem absteigenden Teil ungleich häufiger sein müßte als ohne Wirbelsäulenbruch, sollten in vorliegender Arbeit die Verhältnisse bei Aortenrupturen ohne Wirbelsäulenverletzung überhaupt untersucht werden. Nun fand sich aber die erstaunliche Tatsache, daß die Aortenrupturen bei gleichzeitigem Wirbelsäulenbruch durchaus nicht so häufig waren, als zu erwarten stand. Es fanden sich unter dem Material des Münchener gerichtlich-medizinischen Instituts von 1930—1940 unter 69 Todesfällen mit Wirbelsäulenbruch infolge stumpfer Gewalt nur 31mal Aortenrupturen, während sich bei 38 Fällen — also in der Mehrzahl derselben — keine gleichzeitigen Aortenrupturen feststellen ließen. Es mußten demnach für das Zustandekommen der Aortenruptur überhaupt andere als nur direkte, rein örtlich-mechanische Momente, wie sie etwa bei Dislokation der Bruchenden der frakturierten Wirbelsäule wirksam werden, verantwortlich gemacht werden.

Vor allem verlangte die Frage der strengen Lokalisation der aufgefundenen Aortenrisse, wie auch die Form derselben als Querrisse, die auf bestimmte Entstehungsmechanismen hinweist, einer Erklärung. Diese beiden Gesichtspunkte findet man auch in der Literatur immer wieder hervorgehoben.

In der Tat zeigen Aortenzerreißungen, sowohl die durch stumpfe Gewalt verursachten, wie auch die spontan erfolgenden, offensichtlich fast ausnahmslos eine strenge Lokalisation, die man nach *Letterer* als die „typischen Stellen" der Aortenrupturen bezeichnet.

Diese beiden Stellen sind:

1. Das Gebiet etwa 2 cm über dem oberen Schließungsrand der Aortenklappen, wobei nach Benda die Rißstelle fast stets quer verläuft.
2. Die Gegend des Ductus arteriosus Botalli, d. h. der früheren Einmündung desselben, in der Nähe des sogenannten Isthmus aortae.

Diese Vorliebe für bestimmte Stellen wird mit statisch-mechanischen Verhältnissen, sowie dem Baucharakter der Aortenwand erklärt.

Nach *Oppenheims* experimentellen Untersuchungen an der herausgeschnittenen Aorta spielen nun gerade physikalisch-mechanische Momente für die Ruptur in Klappennähe eine wichtige Rolle. Er

hat bei einem Druck von 4 Atm. stets Aortenrisse erzeugen können, die etwa daumenbreit oberhalb der Semilunarklappen auftraten. Nach seinen Berechnungen, die dieser unabhängig von seinen Versuchen auch von einem Techniker nach genauen Angaben durchführen ließ und von diesem auch bestätigt fand, ist gerade dies die Stelle der stärksten Wandspannung, des größten Druckes und der größten elastischen Dehnung. Da gerade auch bei älteren Leuten an dieser Stelle Intimaverfettungen auftreten, glaubt er auf eine größere Inanspruchnahme dieser Partie schließen zu können. Es ist ja bekannt, daß thrombotische Auflagerungen meist an den Klappen als den mechanisch meist beanspruchten Stellen erfolgen. Dabei ist die Aortenwand hier nicht dünner als anderswo, im Gegenteil, *Orsos* beschreibt dort eine um den linken Umfang der Aorta laufende Raphe, die sogar eine streberpfeilartige Verstärkung der Aortenwand darstellt.

Eine andere für die Lokalisation der Rupturen feststellbare Lokalisationsstelle ist die Gegend der Einmündung des ehemaligen Ductus arteriosus Botalli. Sie stellt durch Umwandlung des Gewebes an dieser Stelle eine mechanisch minderwertige Wandpartie dar. *Orsos* erklärt die Lokalisation der Rupturen mit dem typischen Bau der Isthmusgegend, wo plötzlich ohne einen Übergang die Zahl der elastischen Lamellen abnehme, ja im Gebiet des Ligamentum arteriosum Botalli der elastischen Elemente völlig entbehre. Infolge der Schwäche oder des Mangels an solchen elastischen Elementen sei an diesen bestimmten Stellen des Isthmus eine Prädisposition zur Ruptur wie zur Aneurysmenbildung gegeben. Er führt selber vier Fälle von traumatischen Aortenrissen an dieser Stelle an.

Anders ist die Erklärung von *Rindfleisch:* Dieser macht auf gewisse Befestigungsbänder des Aortenbogens und auf Formveränderungen während der systolischen Füllung aufmerksam. *Jaffe* und *Sternberg* schreiben darüber: Für die Lokalisation der Aortenrisse oberhalb der Klappen und in der Gegend des Ductus arteriosus Botalli ist wiederholt auf den sogenannten „Spreizungsbogen der Aorta“ *(Rindfleisch)* hingewiesen worden. In ihrem freien Verlauf durch die Brusthöhle wird die Aorta an zwei Stellen an der Arteria pulmonalis fixiert: knapp oberhalb der Klappen durch die sogenannten Vincula, und im Ductus Botalli durch das Ligamentum Botalli. Erstere ziehen von der Arteria pulmonalis zu einer etwa fingerbreit oberhalb der Aortenklappen gelegenen Stelle des Gefäßrohres. Beide Verbindungen sind äußerst fest und oft durch knorpelige Einlagerungen verstärkt. Bei der systolischen Füllung wird der Aortenbogen dicker (konvexer) und länger. Letzteres ist nur

durch eine starke Spreizung des Bogens möglich und so kommt es an den der Spreizung entgegenwirkenden Befestigungsstellen zu einer Zerrung. Trifft nun im Moment einer systolischen Füllung eine stumpfe Gewalt den Aortenbogen und drängt ihn aus seiner Lage, so wird seine Wand vor allem an den Stellen reißen, die schon früher einer besonderen Zerrung ausgesetzt waren. Diese Theorie bestätigt auch *Berblinger:* Die meisten Aortenrisse finden sich, im aufsteigenden wie im absteigenden Teil der Aorta, gerade dort, wo die erwähnten ligamentösen Verbindungen am Aortenrohr inserieren. So ist demnach die Auffassung berechtigt, daß bei der Thoraxkompression infolge der durch sie veranlaßten Lageverschiebung zwischen Pulmonalis und Aortenbogen eine besondere Zerrung und Spannung der Gefäßwand gerade dort erfolgt, wo die Haltebänder ein Ausweichen des überfüllten Aortenteils verhinderten. Die Form der Aortenrisse in ihrem queren Verlauf legt dabei die Vermutung nahe, daß die Aorta bei derartigen Rissen eine Überdehnung in der Längsrichtung erleidet, da es nach experimentellen Untersuchungen von *Olivet* an der herausgeschnittenen Aorta gelang, immer nur einen zur Zugrichtung senkrechten Riß zu erzeugen. Daneben können natürlich bei bereits geschädigter Aortenwand Einrisse derselben auch an beliebiger anderer Stelle erfolgen.

Arten der Aortenruptur und ihr Entstehungsmechanismus:

Physikalische Untersuchungen lehren, daß die Körperschlagader, wie jede andere Arterie, auf zweifache Art zur Ruptur gebracht werden kann: durch Berstung oder Erhöhung des Innendrucks und durch Überdehnung *(Revenstorf)*.

1. Durch Erhöhung des auf der Innenseite der Aorta lastenden Druckes (dauernde Erhöhung des Blutdruckes idiopathisch oder durch Nierenerkrankung oder vorübergehend durch Gewalteinwirkung auf einen begrenzten Gefäßabschnitt). Es ist dies hauptsächlich die Folge von Sprengwirkung, wie sie bei Pufferverletzungen, Hufschlag usw. auftreten, und entspricht dem Bersten eines mit inkompressibler Flüssigkeit gefüllten Rohres bei gleichzeitiger Kompression an zwei Stellen. Durch einen Schlag auf das Brustbein wird dieses der Wirbelsäule genähert, dadurch kann eine Abklemmung der Aorta im aufsteigenden Teil bewirkt werden. Gleichzeitige Reihenbrüche der Rippen und solche des Sternums erleichtern diesen Vorgang. Im absteigenden Teil der Aorta kann außerdem noch durch Zerrung des Zwerchfelles oder durch Organverlagerung die Bauchaorta vorübergehend abgeklemmt werden. Da die diastolisch gestellten Aortenklappen ein Ausweichen der Blut-

säule verhindern, kann im Fall der Aorta die gleiche Wirkung schon durch einfache Kompression hervorgerufen werden. *(Beitzke, v. Giercke* zit. nach *Hammer.)* Durch eben diese äußere Gewalt werden im Augenblick des Auftreffens Herz und große Gefäße derart komprimiert, daß die im Anfangsteil der Aorta abgesperrte, infolge ihrer physikalischen Inkompressibilität unter sehr hohem Druck stehende Blutmenge, am Ausweichen in die Peripherie verhindert wird und als Folge der Überfüllung und Überdehnung eine Platzruptur verursacht. Abklemmungen der benachbarten Gefäße können übrigens durch bloße Muskelkontraktionen vorkommen, weshalb sich das Blut in der Aorta staut. Nach *Oppenheims* Ansicht kann sogar eine Steigerung des intraabdominellen Druckes eine Abklemmung der Aorta bewirken. Er beweist dies durch Messungen am graviden Uterus, wo der Innendruck bei einer normalen Wehe 100 mm Hg beträgt, während er bei Preßwehen, also bei aktiver Mitarbeit der Bauchmuskulatur, auf das vierfache steigen kann. Wichtig bleibt bei allen diesen Vorgängen natürlich stets wie schon erwähnt, der Füllungszustand des Gefäßes, der seinerseits wieder abhängig ist von der Phase der Herzaktion im Moment der Gewalteinwirkung; ist die Aorta prall gefüllt, die Klappen geschlossen, so ist auch ohne direkte Quetschwirkung von außen eine Berstung möglich allein schon durch die raumbeengende und druckerhöhende Wirkung des Traumas.

Als typisches Beispiel einer Quetschungs- oder Berstungsruptur durch Thoraxkompression möchte ich einen Fall von *Lehrnbecher* erwähnen: Ein junger Mann kam durch einen Motorradunfall zu Tode. Bei der Sektion fand sich die Aorta in Höhe des 6 BW. quer abgerissen. Keinerlei mikroskopische Wandveränderungen an der Rißstelle. Beim Sturz war offenbar das Brustbein der Wirbelsäule entgegengeprallt und hatte durch Abklemmung der Aorta, sowie durch Drucksteigerung innerhalb des Brustkorbs die Ruptur bewirkt. — *Kuhn* berichtet von einem 49jährigen Arbeiter, der an der Kreissäge von einem Stapel Holz einen Stoß gegen das Brustbein erhielt. Keinerlei äußere Verletzungsspuren. Nach fünf Tagen Tod. Sektion: Keine Fraktur des Schlüsselbeins, Brustbeins oder der Rippen. Riß in der Aortenwand nahe dem Ursprung aus dem linken Ventrikel. Hämoperikard 500 ccm. — Weitere Beispiele bei *Hansen, Levison, Puppe.*

Manche Autoren glauben sogar, daß durch plötzliche Steigerung des Blutdrucks, wie er bei stärkeren Muskelanstrengungen und vermehrter Herzarbeit auftritt, eine gesunde Aorta zum Bersten gebracht werden kann. Doch wird im allgemeinen eine gesunde Aorta

unserer Ansicht nach allen intra vitam auftretenden Blutdrucksteigerungen, auch bei suffizientem und hypertrophischem linken Ventrikel, gewachsen sein. Dem Experiment an der Leichenaorta kommt wegen der in der Totenstarre veränderten Wandverhältnisse eine überzeugende Beweiskraft nicht zu. *F. Reuter* schreibt in seinem „Lehrbuch der gerichtlichen Medizin 1933", „wenn die Ruptur der Aorta oder einer anderen großen Arterie auf eine körperliche Überanstrengung zurückgeführt wird, so behalte man im Auge, daß eine gesunde Aortenwand nur unter ganz besonderen Bedingungen zerreißen kann". *Th. Jenner* sucht in seiner Dissertationsarbeit an Hand des Falles eines 52jährigen Mannes, der als Hilfsschleusenwärter einer ganz ungewöhnlich schweren Arbeit beim Aufziehen der Schleusenwände infolge Hochwassers ausgesetzt war, zu beweisen, daß die Möglichkeit einer Ruptur auch bei intakter oder nur unbedeutend veränderter Aortenwand besteht. In den meisten derartigen Fällen wird wohl der plötzlich gesteigerte Aortendruck durch eine stattgehabte Zerrung der Aorta unterstützt worden sein, und erst das Zusammenwirken verschiedener Momente wird für die Ruptur verantwortlich zu machen sein. Auch der in derselben Arbeit ausführlich erörterte Fall *Busses* von einem 32jährigen Arbeiter, der sich beim Bändigen zweier junger Pferde einen mächtigen Querriß 1 cm oberhalb des Klappenrandes und einen zweiten Riß kurz vor dem Abgang der art. anonyma und art. carotis communis sin. zugezogen hatte, scheint in diesem Sinne zu sprechen. *Schede* kommt zu der Auffassung, daß die Zerreißung einer gesunden Aorta durch indirekte Traumen (Steigerung des Blutdrucks, starke Muskelkontraktion usw.) „eine ganz erstaunlich Tatsache" wäre. Zum Beweis dieser Tatsache verlangt er den Nachweis von mindestens einem jugendlichen Fall, in dem die Aorta ganz zweifellos gesund ist. Seiner Meinung nach ist dieser Beweis freilich bis dahin noch nicht erbracht worden.

Für den Mechanismus der Blutdruckerhöhung findet man vielfach die Erklärung *Bardenheuers* angeführt: durch plötzliche Anstrengung z. B. beim Heben schwerer Lasten, inspiriert man tief und es wird, wie man sich laryngoskopisch überzeugen kann, die Stimmritze geschlossen. Dann erfolgt eine starke Anspannung der Inspirationsmuskeln, um den in Inspirationsstellung stehenden Brustkorb stillzustellen und den von ihm entspringenden Muskeln eine feste Stütze zu geben, gegen welche sie sich verkürzen können. Hierdurch wird alles Blut von der stark gespannten Lungenluft aus den Lungen und dem Herzen schnell nach außen befördert, wodurch der Blutdruck im großen Kreislauf steigt, der venöse Zufluß zum

Herzen behindert, der arterielle Abfluß gefördert wird. Der Blutdruck im Aortensystem wird bei schwerer Muskelanstrengung noch dadurch gesteigert, daß die Muskelgefäße, besonders die kapillären, durch die kontrahierten Muskeln zusammengepreßt werden, was zu einer Blutdrucksteigerung in den rückwärts gelegenen Arterien, also im Aortensystem führt (zit. nach *Becker*). *G. Schäfer* berichtet über eine Aortenruptur während der Geburt bei einer 44jährigen Erstgebärenden, wo durch die Preßversuche die bereits bestehende Blutdruckerhöhung noch wesentlich gesteigert wurde. Auch *Flockemann, Oppenheim, Bostroem, Kaufmann, Brunk* u. a. geben die Möglichkeit einer Ruptur durch Blutdruckerhöhung zu.

Besondere Aufmerksamkeit müssen wir noch dem Verhalten der Blutsäule bei Sturz aus großer Höhe zuwenden, da hier nach *Leppmann* die hydrodynamische Wirkung der in voller Fallbewegung befindlichen Blutsäule im Moment des Auftreffens Platzrupturen der Aorta hervorrufen kann. *Schmidt* anerkennt diese Wirkung der kinetischen Energie der Blutsäule besonders dann, wenn der Sturz in der Phase einer Herzaktion erfolgt, in der die Klappen geschlossen sind, also am Ende der Systole. Nach *v. Schrötter* sind für solche Platzrupturen besonders die aufsteigenden Aortenabschnitte wichtig, da hier der Druck am höchsten ist. (So erwähnt z. B. *Herzog* einen Fall aus 200 m Höhe mit fast völliger Querdurchreißung der Aorta einen Querfingerbreit über den Klappen.) Wie groß diese Kraft bei Sturz aus der Höhe sein kann, beweist ein Fall, den uns *Jaffe* und *Sternberg* mitteilen, wo nach einem Sturz aus ebenfalls 200 m Höhe der Hodensack an zwei Stellen geplatzt war und durch die Wunde Samenstrang und Nebenhoden herausragten, während die Hoden abgerissen waren und nicht auffindbar waren. Einen anderen Fall finden wir bei *Beitzke*, wo ein 1 m langes Darmstück vom Gekröse abgerissen und durch ein Loch im Cavum recto-vesikale vorgefallen war. *Revensdorf* und auch *Berblinger* sehen in der hydrodynamischen Fallwirkung der Blutsäule nur ein Hilfsmoment, halten sie also für eine Aortenruptur allein nicht für ausreichend. Demgegenüber berichtet *Woern* von einem 32jährigen Hilfsarbeiter, der beim Sturz mit dem Gesäß auf ein mehrere Meter darunterliegendes Dach fiel und am Tag darauf an einem durch die ganze Aorta querverlaufenden Riß 2 cm unterhalb der Abgangsstelle der art. subcl. sin. ad exitum kam. Hier hatte die in voller Fallbewegung befindliche Blutsäule im Moment des Auftreffens auf die Unterlage die Ruptur bewirkt, während sonst keinerlei Zeichen einer Brustkorbverletzung vorlagen. Über zwei Fälle ähnlicher Art berichtet *Wilms*, einen fand ich bei *Emmert*.

Im Gegensatz zur Berstungs- oder Quetschungsruptur stent

2. die Überdehnungs- oder Zerrungsruptur, wie sie bei Zug an der Aortenwand in longitudinaler Richtung zustande kommt.

Nach *Revenstorf* zeigt die Überdehnungsruptur folgende Eigenschaften: 1. Der Riß verläuft quer, ist scharfrandig und sitzt dicht unterhalb der Anheftungsstelle des Ligam. arteriosum Botalli.

2. Er kann aber auch partiell sein und sitzt dann an der Konkavität des Gefäßes.

3. In unmittelbarer Nähe des perforierenden Risses finden sich quere Intimarisse.

Die Entstehung der Überdehnungsruptur erklärt man sich auf verschiedene Weise:

1. Durch Hyperextension der Wirbelsäule wird der an ihr befestigte Teil der Aorta gedehnt und schließlich zerrissen. Besonders leicht ist dies nach *Risel, Leppmann* u. a. bei Wirbelfraktur mit auseinanderweichenden Frakturenden der Fall. Wie bereits früher erwähnt, können wir nach unseren Feststellungen diesem Mechanismus nicht unbedingt recht geben. Auch *Revenstorf* fand bei Wirbelbrüchen, denen doch die stärkste Überdehnung und Biegung vorausgegangen sein muß, fast nie Aortenrupturen.

2. Eine weitere Erklärung für die Überdehnungsruptur sieht man in der Zerrung durch das weiterschnellende oder mit Gewalt nach abwärts gedrängte Herz. *Rößle* berichtet z. B. in seinen „path.-anat. Beiträgen zur Lehre vom Trauma" von einer nur die inneren Schichten der Aortenwand umfassenden Ruptur in der Nähe der Semilunarklappen und bezeichnet sie als „Überdehnungszerreißung durch das weiterschnellende Herz". Typisch für diese Art ist ein Fall, den uns *Dohrn* berichtet: 18jähriger Klempnergeselle stürzt aus 15 m Höhe auf ausgestreckte Hand und linken Fuß. Der bei der Sektion entdeckte Querriß der Aorta war offenbar dadurch entstanden, daß das Herz beim Auffallen einen Ruck nach unten und vorne bekam, wobei die Aorta an der Stelle der Überdehnung quer abgerissen wurde.

Auch durch Überfahrenwerden kommt es häufig zur Zerrungs- oder Überdehnungsruptur. *Revenstorf* erklärt dabei den Vorgang so, daß durch eine rollende Gewalteinwirkung auf den Körper, also bei langsam anwachsender Gewalt, bei der keine Beschleunigungskräfte wirksam sind, das Herz langsam nach unten gedrängt wird. Das unter normalen Verhältnissen gleichmäßig gespannte Aortenrohr wird durch diese Verlagerung des Herzens stumpfwinkelig abge-

knickt und dadurch der größte Teil der Gefäßwandzirkumferenz entspannt, während eine schmale Stelle angespannt bleibt. An der angespannten Stelle der Abknickung tritt dann die Ruptur auf. Die hierbei auf die Brustorgane ausgeübte Zerrung hat man auch damit zu erklären versucht, daß infolge der etwas schräg nach abwärts gerichteten Insertion der Schlüsselbeine und Rippen am Brustbein, bei Kompression eine Abwärtsbewegung der oberen und vorderen Brustwand bewirkt wird (nach *Jordan*).

Für Dehnungsrisse unterhalb des ehem. Ductus art. Botalli macht man auch noch folgenden Vorgang verantwortlich: eine etwa die rechte Brustkorbhälfte zusammenpressende Gewalt kann z. B. die Lungen nach oben und außen verschieben. Nun muß z. B. der nach links ausweichende Lungenhilus, der durch den linken Hauptbronchus mit der Aorta verbunden ist, auf diese an der Verbindungsstelle einen Zug ausüben, der sich nur auf einen Teil der Gefäßwand beschränkt, so daß diese bei ungleichmäßiger Anspannung leichter reißt, als wenn sie allseits gleichmäßig gedehnt wird. *Straßman* allerdings bezweifelt diese Theorie bezüglich ihrer Gültigkeit auf Grund eigener Erfahrung stark.

Die Aorta kann schließlich auch noch durch ein spitzes frakturiertes Knochenstück oder durch Quetschung gegen die dahinterliegende Wirbelsäule zerrissen werden. Im letzteren Fall ist besonders die weniger geschützte Bauchaorta gefährdet.

Bei der kritischen Sichtung unseres Materials von 26 an traumatischer Aortenruptur ohne Wirbelsäulenverletzung am gerichtlich-medizinischen Institut München zur Sektion gekommenen Fällen konnten wir nicht einen Fall von Längsruptur (also axial gestellter Ruptur) finden, wo die Entstehung nach dem Mechanismus der reinen Berstungsruptur infolge Überdrucks im Aortenrohr (im Sinne *Oppenheims*) erfolgt wäre! Nur viermal saß dabei die Ruptur in Klappennähe, achtzehnmal dagegen in Isthmusnähe unter der Anheftungsstelle des Ligamentum Botalli.

Auf die Entstehungsmechanismen bezogen, würde dies gerade in Hinsicht auf die große Regelmäßigkeit in der Lokalisation, wie auch in der Form der Risse der Ansicht von *Rindfleisch*, *A. Olivet*, *Berblinger* u. a. recht geben, es handle sich bei der typischen Aortenruptur meist um einen durch Längszug bedingten Riß an einer der Stellen, wo die durch die systolische Füllung schon normalerweise infolge Erhöhung und Spreitzung des Aortenbogens gespannte Aortenwand fixiert ist: am Ansatz des Ligamentum Botalli und —

seltener — der Vinkula Aortae. *Oppenheims* Ansicht, daß allein die infolge der Gefäßweite der Aorta erhöhte Querspannung die typische Ruptur in Klappennähe auslöse, hat sich demnach in unseren Fällen nur in Hinsicht auf die Lokalisation als richtig erweisen können und hier wieder nur, soweit es die vier Fälle einer Ruptur in Klappennähe betrifft.

Ausgehend von der Tatsache, daß die Wandspannung dem Radius des Gefäßes direkt proportional sei, hat *Oppenheim* errechnet, daß die Querspannung in der Aorta doppelt so groß sei als die Längsspannung und daher auch die Ursache der Ruptur bilde. Nun hat sich aber nach *A. Olivets* Versuchen experimentell nachweisen lassen, daß durch Querspannung fast reine Längsrisse entstehen, also — wie früher bereits angedeutet — Risse, die stets senkrecht zur Zugrichtung liegen. „Niemals gelang es durch reine Querspannung einen Querriß nach Art der typischen Aortenruptur hervorzurufen" *(A. Olivet)*. Wir müßten also auch in unseren vier Fällen durch Querspannung ausgelöste Längsrisse erwarten, während wir keinen einzigen Fall dieser Art vorfinden konnten. Dieser Widerspruch zu den Berechnungen *Oppenheims* wird allerdings verständlich, wenn wir die histologische Struktur der Aortenwand in Betracht ziehen, die in der Längsrichtung weniger fest ist. Die Media, in der sich die Ruptur ja hauptsächlich abspielt, setzt sich zusammen aus elastischen Fasern und Muskelzellen von spiraligem bis zirkulärem Verlauf. Die Adventitia ist zwar hauptsächlich für eine Beanspruchung in longitudinaler Richtung orientiert, kommt aber für die typischen Rupturen nicht in Frage, da sie nur in den seltensten Fällen und nur bei außerordentlich schwerer Gewalt zerreißt.

Der erhöhten Spannung entspricht nun auch eine erhöhte Festigkeit in dieser Richtung, so daß normalerweise eine Längsspannung die Aortenmedia und -Intima eher zur Zerreißung bringt als eine doppelt so große Querspannung.

Aus der Literatur sind uns allerdings einzelne Fälle von typischer Längsruptur bekannt. So berichtete *Gruber* auf der Kriegspathologentagung 1916 über zwei Fälle: 1. Fall. Absturz aus 60 m. Neben mehrfachen Rupturen innerer Organe fand sich ein 2,5 cm langer, schief verlaufender Riß in Höhe des Aortenbogens. Die Ruptur wurde als Berstungsruptur gedeutet. — 2. Fall. Sturz aus 30 m Höhe. Zerreißung innerer Organe. Im Aortenbogen lag ein unregelmäßiger Riß in längsverlaufender Richtung. — *Schöppler* fand bei Absturz aus 80 m Höhe einen Längsriß von 0,5 cm Länge in der Aorta ascendens.

Für die Entstehung der Ruptur über den Klappen in unseren vier Fällen können wir daher *Oppenheims* Ansicht gelten lassen, allerdings mit der Korrektur, daß an der Stelle der größten Wandspannung (nach seiner Ansicht eben in der Gegend über den Klappen) natürlich mit der von ihm berechneten, dem Radius des Gefäßes proportional gehenden Querspannung, auch die Längsspannung am größten ist, durch welche dann die Ruptur bewirkt wird.

Für die Mehrzahl der von uns beobachteten Fälle, wie überhaupt für die Rupturen am Ligamentum Botalli, trifft oben besprochener Mechanismus nicht zu. Gerade dort fehlt nämlich diese Erweiterung des Gefäßlumens, die eine erhöhte Wandspannung bewirken könnte. Es ist im Gegenteil bekannt, daß gerade dort die angeborene Isthmusstenose sich findet, die in Ausnahmefällen einen völligen Verschluß der Aorta in ihrem Bogenteil, meist aber eine natürliche Verengerung desselben bewirkt. Hier müssen also rein örtliche Ursachen für die Ruptur maßgebend sein. Wir sehen sie in der Zugwirkung des Ligamentum Botalli, das direkt an Intima und Media ansetzt und daher in vollem Umfang gerade auf diese Wandteile wirksam werden kann. Einen genau so lokalisierten Riß kann man bei herausgenommenen Brustorganen hervorrufen. Man muß dazu, wie es *A. Olivet* getan hat, Lungenwurzel mit Lungenarterien fixieren, während der Arcus aortae frei hängt und an der Aorta descendens einen kräftigen Zug ausüben. Die dabei entstehende Ruptur liegt genau unterhalb der Mündung des früheren Ductus arteriosus Botalli.

In diesem Sinn sprechen Fälle aus der Literatur: Die Rupturen am Ligamentum Botalli sind gerade bei den Unglücksfällen besonders häufig, bei denen es zu einer starken plötzlichen Erschütterung des Körpers kommt, besonders also bei Fliegerabsturz, oder bei Sturz aus großer Höhe. *Jaffe* und *Sternberg* berichten über zehn Fälle von Aortenrupturen. Sie fanden dabei siebenmal die Rupturen an der bezeichneten Stelle.

Dieser Statistik können wir neun Fälle aus unserer eigenen Beobachtung hinzufügen, bei denen es sich um Abstürze (meist von Gebäuden oder Gerüsten) handelt. Siebenmal saß dabei die quergestellte Ruptur am Aortenbogen, kurz unterhalb des Abgangs der großen Gefäße, während bei einer 34jährigen Frau (Z.M. 521/39) durch Sturz aus dem 3. Stock in den Hof die arteria hypogastrica vollständig abgerissen war, ohne daß ein Beckenbruch vorgelegen hat. Im Fall eines 55jährigen Fensterputzers (Z.P. 258/38), der durch ein Glasfenster 15 m hoch abgestürzt war, fand sich eine komplette Durchreißung der Aorta im absteigenden Schenkel und eine inkomplette Ruptur im aufsteigenden Teil derselben.

Ich habe die Befunde der 26 an unserem Institut während der letzten zehn Jahre zur Beobachtung gekommenen Fälle von Aortenruptur ohne Wirbelsäulenverletzung vor allem hinsichtlich der Form der Rupturen (ob Quer- oder Längsrisse) sowie ihres Sitzes (Lokalisation) untersucht. Es wurden ferner Alter und Geschlecht der Personen, sowie etwa vorhandene makroskopische Wandveränderungen der Aorta, sowie wichtige Nebenverletzungen berücksichtigt.

In 22 Fällen fand sich dabei die Ruptur an „Typischer Stelle", davon 18mal in Isthmusnähe, viermal über den Klappen.

Viermal saß die Ruptur an „atypischer Stelle". (Fall 1: 34jährige Frau, Sturz aus dem Fenster des 3. Stockwerks in selbstmörderischer Absicht mit vollständiger Abreißung der art. hypogastrica und nachfolgender Verblutung in Brust- und Bauchhöhle und in das hintere Bauchfell, sowie der Fall des Fensterputzers sind bereits oben erwähnt worden. In den beiden restlichen Fällen lagen nur inkomplette Einrisse der unteren Brustaorta sowie auch noch der Bauchaorta vor.) — Von den erwähnten 22 Fällen waren 15 durch Verkehrsunfälle und sieben durch Sturz aus der Höhe verursacht.

Was nun die Nebenverletzungen betrifft, so handelt es sich hauptsächlich um Verletzungen des knöchernen Brustkorbs, sowie der Brust- und Bauchorgane.

22mal bestanden neben der Aortenruptur Rippenbrüche — meist waren es Reihenbrüche einer oder beider Seiten. Das Brustbein war in neun Fällen frakturiert (darunter zwei Doppelbrüche desselben). Eine direkte Anspießung der Aorta durch ein gebrochenes Rippenstück oder das Brustbein konnte nicht festgestellt werden. Dreimal ist in den Protokollen außerdem eine Fraktur der Clavikula, einmal eine solche des Skapula erwähnt. Ohne Verletzung des knöchernen Brustkorbs verliefen vier Unfälle: Verkehrsunfall (E.M. 410/39), 11jähriger Knabe. Am Isthmus fand sich eine inkomplette Ruptur. Leber-Milz-, Zwerchfell-Magenruptur. Lungenzerreißung. Mäßige Fettembolie der Lungen.

Fall 2 (R.L. 363/33): 23jähriger Mann gerät mit seinem Leichtmotorrad unter einen Lastwagen. Keine Verletzungen des Brustskeletts. Im unteren Brustteil der Aorta finden sich mehrere parallelgestellte Innenhautrisse, einzelne Blutunterlaufungen an der linken Fläche der Kammerscheidenwand des Herzens. Fettembolie der Lungen. Oberflächliche Milz- und Leberrisse. Blutungen in die Nierenkapsel.

Fall 3 (H.J. 281/38): 30jähriger Mann. Sturz vom Gerüst. Äußerlich keine Verletzungen! Auch keine Verletzungen der Kopfschwarte und des Schädels. Geringe subdurale und intrameningeale Blutungen. Zirkulärer Ab-

riß der Aorta kurz unterhalb des Bogens. Herz o. B. Zwerchfellrupturen mit Verlagerung des Magens in den linken Brustraum. Inkomplette äußere Magenruptur, oberflächliche Leberrisse. Subkapsuläre Hodenblutungen. Keinerlei krankhafte Organveränderungen.

Fall 4 (H.J. 481/38): 28 Jahre, männlich. Unfall durch Absturz vom Gerüst. Breite Abschürfungen an Oberbauch und Oberschenkel. Lappenwunde am rechten Scheitelhöcker mit zweimarkstückgroßer Einbruchstelle. Keine Gehirnverletzungen oder intrakraniellen Blutungen. 1,5 cm langer Querriß der Brustaorta im Bogen. Tiefe Leber- und Nierenrisse.

Der sonst häufige Befund von Verletzungen des knöchernen Thorax hängt in unseren Fällen einerseits mit der Schwere der Gewalteinwirkung zusammen, hat aber andererseits seinen Grund zweifellos auch in den Altersverhältnissen der Betroffenen. Es ergibt sich nämlich für die Fälle mit gleichzeitigen Frakturen des Brustkorbs ein Durchschnittsalter von 41 Jahren, was dem Durchschnittsalter sämtlicher untersuchten Fälle (40,8 Jahre) entspricht.

Mit der Schwere der Gewalten hängt ferner auch die große Zahl der vollständigen oder fast vollständigen zirkulären Rupturen zusammen (in 17 von 26 Fällen fanden sich derartige Befunde und nur in neun Fällen lagen inkomplette Rupturen vor!).

Das Trauma traf ferner in den meisten Fällen eine wenigstens makroskopisch und in manchen Fällen auch mikroskopisch völlig gesunde Aorta. Nur in sechs Fällen lag eine feststellbare Veränderung der Aorta vor. Das Durchschnittsalter betrug dabei 57 Jahre.

Verletzungen des Herzens waren auch bei uns kein allzuhäufiger Befund. Sie fanden sich nur in acht Fällen. Verletzungen des Herzbeutels lagen in elf Fällen vor.

Rupturen von Bauchorganen waren dagegen sehr zahlreich und meist schwer. Sie betrafen hauptsächlich Leber, Milz, Nieren, Zwerchfell und Magen. 15mal zeigte sich die Lunge mitverletzt, wobei es sich größtenteils um Zerreißungen, Anspießungen oder Quetschungen handelte.

Da, wie schon erwähnt, die Ruptur in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle eine makroskopisch völlig gesunde Aorta betraf, so muß die Gewalt schon sehr groß gewesen sein, die sie zur Ruptur brachte.

Schwieriger wird der Nachweis der traumatischen Entstehung, wenn ein an sich geringes Trauma eine kranke Aortenwand trifft, und die Ruptur verursacht. Aus der Literatur besitzen wir zahllose Fälle dieser Art. So sah *Levi* Zerreißungen einer entarteten Körperschlagader bei Stuhlentleerung, *Liguerolle* beim Besteigen

eines Pferdes, *Duffrey* beim Wasserpumpen. *Posner* berichtet über eine Frau, die aus Freude über die Rückkehr ihres todgeglaubten Sohnes eine Aortenruptur erlitt (sämtl. zit. nach *Ritter*). Für den Sachverständigen besteht aus diesen Verhältnissen die Schwierigkeit, zu entscheiden, ob im Einzelfall bei Auffindung einer Leiche, wenn eigene Angaben oder Zeugenaussagen fehlen, bei einer Aortenruptur eine äußere Gewalt mitgespielt hat oder nicht. Die Entscheidung wird leicht sein, insofern sich noch andere Spuren der Gewalteinwirkung nachweisen lassen und sich die typischen Folgen gleich im Anschluß an die Verletzung zeigen.

Vor den grundlegenden Arbeiten *Gsells* und *Erdheims* über das Wesen der eigenartigen Mediaveränderungen bei Gefäßrupturen, wurden für diese in der Hauptsache mechanische Momente verantwortlich gemacht. Heute wissen wir, daß das Trauma nur ein auslösendes Moment ist, daß aber in jedem solchen Fall die Wand bei genauer mikroskopischer Untersuchung irgendwie geschädigt ist, auch bei Fällen, die man bislang als gesund angesprochen hat. Unter den

Gefäßwandschädigungen

kommt mit an erster Stelle in Betracht die Erweiterung des Aortenrohres, das Aneurysma, hauptsächlich das Aneurysma dissecans. Dasselbe ist ein relativ häufiger Befund, seine Entstehung durch Trauma ist aber heute ein vielumstrittenes Gebiet. Die meisten Autoren (wie *Kronenberg*, *Fränkel*, *Romberg* u. a.) geben diese Art der Entstehung zwar zu, setzen aber eine bereits bestehende Veränderung der Gefäßwand voraus. *Kronenberg* beweist in ihrer Dissertationsarbeit an Hand von zwei Fällen und der einschlägigen Literatur, daß dem Trauma eine wichtige Rolle bei der Aneurysmenbildung einzuräumen sei, nicht als primär ätiologischer Faktor, sondern als sekundäres Moment. Mit dem Bekanntwerden der Lues seit 1910 wird derselben eine immer größere Bedeutung zugesprochen, heute wird in über 98 % der Fälle das Aortenaneurysma auf eine Mesaortitis luica zurückgeführt. In einzelnen Fällen wird Atherosklerose als Ursache einer Aortenruptur angegeben: so beschreibt *Joel* den Fall eines 55jährigen Mannes, dem ein schwerer Papierballen gegen die Brust fiel und der daraufhin eine Aortenruptur mit intramuralem Hämatom bekam, das von oberhalb der Klappen bis zur Teilungsstelle der Art. Iliaca reichte. Tod zehn Stunden später durch Herztamponade. *Frazier* berichtet vom Durchbruch eines winzigen atherosklerotischen Beetes der

Aorta dicht am Abgang der arteria coeliaca bei einem 63jährigen Mann.

2. können Gefäßwandschädigungen auch durch entzündliche Prozesse ausgelöst werden, die nicht luetischer Natur sind. Nach *Aschoff* haben wir dabei zwei Möglichkeiten zu unterscheiden:

a) der Prozeß kommt von innen durch infizierte Emboli. Beispiele: *Hanser*, wo bei einem Kranken ein Lungenabszeß bei allgemeiner Sepsis auf die Aorta übergegriffen hatte. Ferner bei *Witte*, wo bei mehrfachen pyämischen Abszessen ein solcher zwischen Aorta und Hauptbronchus saß und in beide durchgebrochen war.

b) der Prozeß kommt von außen, indem er aus der Nachbarschaft auf die Aorta übergreift. Z. B. maligne Geschwülste von Ösophagus und Traches *(Bay)*, Wirbelerkrankungen, Lymphdrüsentuberkulose usw.

3. auch nicht entzündliche Gefäßwandveränderungen disponieren zur Aortenruptur und zwar sowohl zur spontanen wie zur traumatisch bedingten Form. Hierher gehören:

a) Medianekrosen bei Infektionskrankheiten (Diphtherie, Scharlach, Typhus u. a.).

b) Medionecrosis idiopathica *(Gsell-Erdheim)*. Es handelt sich hier um eine erst in dem letzten Jahrzehnt genauer erforschte selbständige Erkrankung, bei der nur mikroskopisch sichtbare Veränderungen in der Media bestehen. Es sind dies umschriebene Herde von kernloser Muskulatur, wobei auch am elastischen System sich degenerative Veränderungen zeigen. Das Ganze geht rein humoral vor sich, ohne Zuhilfenahme von Exsudatzellen. Ersatz durch lockeres, elasticaarmes Bindegewebe.

c) Medionecrosis aortae disseminata *(Cellina)*.

d) Mucoidcystische Entartung *(Neubürger)*.

e) Elasticorrhexis media *(Hammer)*.

Nach allen Erkrankungen der Aortenwand ist das Ergebnis dasselbe: Das sich bildende Ersatzgewebe ist statisch minderwertig, die Funktion der Aortenwand, die vor allem auf ihrem Reichtum an elastischen Elementen beruht, wird geschädigt. Diese Stellen disponieren zur Ruptur.

II. Außer den Gefäßwandschädigungen können Mißbildungen der Hauptschlagader zur Ruptur disponieren. Hier ist es hauptsächlich die angeborene Isthmusstenose.

„Über die theoretisch und gutachtlich wichtige Frage, ob die Aortenruptur in ursächlichem Zusammenhang mit der Isthmusstenose steht, sind die Meinungen der Autoren geteilt." *(Fränkel.)* Als Ursache für ihre Entstehung werden mit *Bonnet* meist Einflüsse des involvierenden Ductus verantwortlich gemacht.

Ein großer Teil der Autoren ist der Ansicht, daß die Stenose zu Blutdrucksteigerungen führe *(Aschoff, Sella, Leppmann)*. Nach *Bonnets* Meinung besteht aber in allen angeborenen Fällen ein genügend ausgebildeter Kollateralkreislauf, der so günstige Zirkulationsverhältnisse schafft, daß dadurch keine Blutdrucksteigerung hervorgerufen werden kann. *Benkwitz* und *Hunter* bringen einen diesbezüglichen Fall bei einem 67jährigen Mann, bei dem die Anpassung des Gefäßsystems an die durch die Isthmusstenose veränderten Verhältnisse sehr eindrucksvoll zum Ausdruck kommt.

Die Literatur bringt Fälle von Aortenruptur bei Isthmusstenose nach sportlicher Überanstrengung *(Wasastjerna)*, sowie durch den Luftdruck einer platzenden Granate bei einem jungen Soldaten *(Oppenheim)*.

In all diesen Fällen genügt ein geringes Trauma, um die Ruptur herbeizuführen. Einen Unfall wird man allerdings nur in den Fällen annehmen dürfen, wo es sich um eine ganz besondere Einwirkung handelt, nicht aber dort, wo wir damit rechnen müssen, daß das nächste Ereignis des täglichen Lebens dieselben Wirkungen gezeigt hätte, wie jene äußere Einwirkung oder Leistung, die wir als Anlaß der tödlichen Berstung zu kennen glauben. *(Meixner:* „Berstung der aufsteigenden Körperschlagader bei Verschluß am Ende des Bogens". Wiener Beitr. zur Gerichtsmedizin. Bd. 5, 1922, Seite 72.)

Da wir bei der Bearbeitung unserer 26 Fälle nur solche mit einwandfrei traumatischer Aortenruptur und von außen wirkender Gewalt berücksichtigen konnten, spielen Aortenrupturen durch inneres Trauma bei bereits geschädigter Aortenwand, wie wir sie in den letzten Abschnitten geschildert haben, in unserer Arbeit eigentlich keine Rolle. Da sie aber gerade auch in gerichtlich-medizinischer Beziehung zur Aufklärung einer natürlichen Todesursache, wie in pathologisch-anatomischer Hinsicht von nicht zu unterschätzender Bedeutung sind, haben wir sie als abschließende Ausführungen berücksichtigt.

Zusammenfassung.

Unter dem Sektionsmaterial wurden am gerichtlich-medizinischen Institut München alle Fälle von Aortenruptur ohne Wirbelsäulenverletzung während der letzten zehn Jahre untersucht, soweit sie durch stumpfe Gewalteinwirkungen auf den menschlichen Körper verursacht waren. Der an sich naheliegende Gedanke, daß die Aortenrupturen, infolge der Fixierung der Aorta in ihrem absteigenden Teil an der Brustkorbhinterwand, bei gleichzeitigem Wirbelsäulenbruch ungleich häufiger sein würden als ohne Fraktur derselben, hat sich nach den erhobenen Befunden an 69 Fällen mit Wirbelsäulenbruch während desselben Zeitraumes nicht bestätigt. Für das Zustandekommen der Aortenruptur mußten also im allgemeinen andere als nur rein örtlich durch das Auseinanderweichen der Bruchenden wirksame Momente verantwortlich gemacht werden. Vor allem verlangte dabei die strenge Lokalisation wie auch die Form der Risse eine Erklärung.

Der Verfasser kommt bei kritischer Abwägung der eigenen Befunde und der in der Literatur niedergelegten Ansichten zur Überzeugung, daß für den Mechanismus der Entstehung in erster Linie eine Überdehnung in Längsrichtung in Frage kommt, in vereinzelten Fällen der Berstungsdruck *Oppenheims*.

Im weiteren Verlauf der Arbeit wird auch noch auf die gerichtsmedizinisch und gutachtlich wichtige Frage der Differenzialdiagnose zwischen der traumatisch und spontan bedingten Aortenruptur eingegangen.

Zum Schluß sei es mir gestattet, Herrn Professor *Merkel* auch an dieser Stelle für die liebenswürdige Überlassung des Themas, sowie die verschiedenen Anregungen bei der Bearbeitung desselben herzlichst zu danken.

Literatur

Anders: Bruns Beitr. Bd. 14, S. 717.
Aschoff: Path. Anat. Allg. Teil. 8. Auflage.
Bardenheuer: Zit. nach Becker.
Becker: Lehrbuch der ärztlichen Sachverständigentätigkeit 1909, S. 398.
Benda: Aschoff, Path. Anat. Bd. 2.
Benkwitz und *Hunter:* Zentralbl. für allg. Pathologie. Bd. 68.
Berblinger: Vierteljahresschr. für gerichtl. Med. Bd. 52, S. 196.
Bock: Zentralbl. für Chir. 1922, Nr. 43.
Bonnet: Zit. nach Jores.
Bostroem: Deutsches Archiv für klin. Med. 1888, Bd. 42.
Brunk: Ärztl. Sachverständigen-Zeitung. 1905.
Buhtz: „Der Verkehrsunfall." Stuttgart 1938.
Busse: Zit. nach Jenner.
Dohrn: Zeitschr. für Medizinalbeamte. 1914, S. 263.
Emmert: Friedreichs Bl. für gerichtl. Med. XXI. Jahrg.
Erdheim: V. A. 273, S. 454 f.
Feuz: Zentralbl. für ges. gerichtl. Med. Bd. 15.
Flockemann: Zit. nach Letterer und Schede.
Frazier: Zentralorgan für ges. Chir. Bd. 89, S. 296.
Fraenkel: Vierteljahresschr. für ger. Med. Bd. 43, S. 324, 1912.
Gruber: Zentralbl. für Path. 1916, Beibl. zu Bd. 22.
Gsell: V. A. 1928, Bd. 270, 1—36.
Hart: Berl. klin. Wochenschr. 1917, Nr. 29.
Hammer: Vierteljahresschr. für ger. Med. Bd. 18, S. 541 f.
Hansen: Arch. für orthop. Chir. 28, S. 521.
Hanser: Frankfurter Zeitschr. für Path. 1919, Bd. 22.
Herzog: Zit. nach Gruber.
Jaffe und *Sternberg:* Vierteljahresschr. für ger. Med. Bd. 58, S. 83.
Jenner: Beitrag zur Kenntnis der traumat. Aortenruptur. Dissertation Breslau 1920.
Jordan: Die bei stumpfer Gewalteinwirkung auf den Brustkorb beobachteten Verletzungen des Herzbeutels und des Herzens. Dissertation München 1936.
Jores: Handbuch Hencke-Lubarsch. 1924, Bd. 2.
Jungmichel: Zitiert nach Buhtz.

Kaufmann: Handb. für Unfallmedizin.
Kolisko: Beiträge zur ger. Med. Bd. 2, S. 69.
Kronenberg: Die Bedeutung des Traumas für die Ausbildung des Aortenaneurysma. Dissertation Hamburg 1932.
Lehrnbecher: Zentralbl. für Chir. 1932, Nr. 48.
Leppmann: Ärztl. Sachverst.-Zeitung. 1900, Nr. 14.
Letterer: V. A. Bd. 253, 1924.
Levison: V. A. 1931, Bd. 282.
Loeffler: Zentralbl. für innere Med. 1919, Nr. 37.
Olivet: Über die Entstehung und Heilung der Aortenruptur. Dissertation Halle 1925.
Oppenheim: Münch. Med. Wochenschr. 1918, Nr. 45.
Orsos: Verh. path. Ges. 1931, S. 365 und Beitr. path. Anat. 1934, S. 93.
Plotnikow: Frankf. Zeitschr. für Path. Bd. 34.
Puppe: Deutsche med. Monatsschr. 1894, 45/46.
Reuter F.: Lehrbuch der gerichtl. Med. 1933.
Revenstorf: Mitteilg. aus dem Grenzgebiet der Chir. und Med. Jahrg. 14, 1905.
Rindfleisch: V. A. Bd. 97 und 131.
Ritter: Vierteljahresschr. für ger. Med. 1904, Suppl. 24.
Römberg: Die organischen Krankheiten der Gefäße.
Rößle: Münch. Med. Wochenschr. 1911, Nr. 47.
Schäfer: Zentralbl. für Gynäkol. Nr. 30, S. 1664.
Schede: V. A. 1908, Bd. 192.
Schmidt: Zit. nach Jaffe und Sternberg.
Sella: Beitr. path. Anat. 49, 501 f.
Seuberling: Beiträge zur Frage der Aortenrupturen. Dissertation Würzburg 1935.
Straßmann: Monatsschr. für Unfallheilk. Bd. 36, 1929.
Urbach: Wiener Beiträge. Bd. 4, 1922.
Walcher: Zeitschr. für ges. gerichtl. Med. Bd. 15, S. 16.
Wasastjerna: Zeitschr. für klin. Med. Bd. 49, 1903.
Wehner K.: Stumpfe Gewalt in ihrer Auswirkung auf den jugendlichen Brustkorb n. einschlägigen Sektionsbeobachtungen. Dissertation München 1929.
Wilms: Über die Aortenrupturen durch stumpfe Gewalt. Dissertation Kiel 1920.
Witte: Zieglers Beiträge. Bd. 37, 1905.

Lebenslauf

Am 30. Juli 1912 wurde ich zu Pfeffenhausen (Niederbayern) geboren. Nach vierjährigem Besuch der Volksschule in meiner Heimat trat ich im Frühjahr 1922 in das humanistische Gymnasium Metten über, wo ich im März 1931 das Zeugnis der Reife erhielt. Nach viersemestrigem Studium philosophischer Fächer begann ich im Sommersemester 1933 in München das Studium der Medizin und legte hier auch im Frühjahr 1935 die ärztliche Vorprüfung, sowie im Winter 1938 das ärztliche Staatsexamen ab. Die ersten sechs Monate meines praktischen Jahres war ich auf der chirurgischen Abteilung des Distriktsspitals Kempten tätig (Hofrat *Dr. Madlener),* die zweite Hälfte praktizierte ich auf der internen Abteilung desselben Krankenhauses. Am 1. November 1939 erhielt ich die Approbation als Arzt.

Franz Häusler.